

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-310762

(43)Date of publication of application : 23.10.2002

(51)Int.Cl.

G01F 1/696

G01F 1/692

(21)Application number : 2001-117079

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 16.04.2001

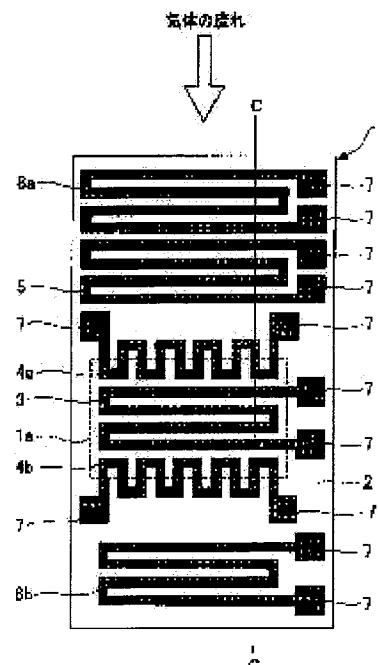
(72)Inventor : WAKABAYASHI SHUICHI
SASAKI AKIRA
NOZOE SATOSHI

(54) FLOW SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flow sensor in which a high-accuracy temperature compensation can be performed over a long period.

SOLUTION: The flow sensor is provided with a heater 3 which generates heat when a current is made to flow, temperature sensor 4a, 4b which are arranged near the sensor, a resistance thermometer sensor 5 which measures an ambient temperature and a control circuit which controls the current flowing to the heater. A change in the temperature distribution of the heat from the heater changed according to the flow rate or the like of a fluid is detected by the temperature sensors. The control circuit is provided with a bridge circuit wherein a first branch which connects the sensor 5 and a first fixed resistance in series and a second branch which connects the heater and a second fixed resistance in series are connected in parallel. The bridge circuit is formed on the same semiconductor substrate 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-310762
(P2002-310762A)

(43) 公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 F 1/696		G 0 1 F 1/68	2 0 1 A 2 F 0 3 5
1/692			1 0 4 C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-117079(P2001-117079)

(22) 出願日 平成13年4月16日 (2001. 4. 16)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地

(72) 発明者 若林 秀一

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
動堂町801番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 佐々木 昌

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
動堂町801番地 オムロン株式会社内

(74) 代理人 100092598

弁理士 松井 伸一

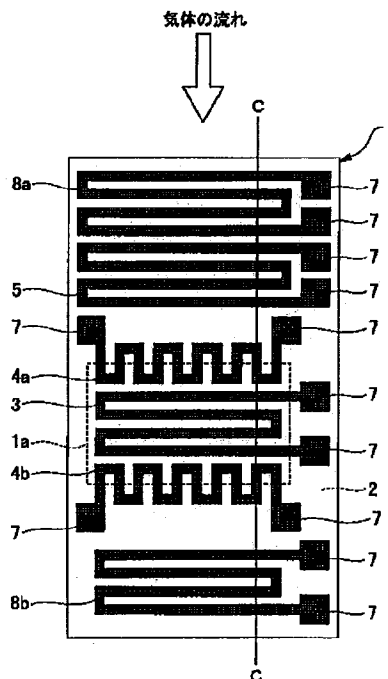
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フローセンサ

(57) 【要約】

【課題】 長期にわたって高精度な温度補償が行えるフ
ローセンサを提供すること

【解決手段】 電流を流すことによって発熱するヒータ
3と、そのヒータの近傍に配置した温度センサ4 a、4
bと、周囲温度を測定する測温抵抗体5と、発熱抵抗体
に流す電流を制御する制御回路を備え、流体の流量また
は流速に応じて変化するヒータからの熱の温度分布の変
化を温度センサにより検出する。制御回路は、測温抵抗
体と第1固定抵抗を直列に接続した第1の分岐と、発熱
抵抗体と第2固定抵抗を直列に接続した第2の分岐を並
列に接続したブリッジ回路を備え、そのブリッジ回路を
同一の半導体基板1上に形成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電流を流すことによって発熱する発熱抵抗体と、
前記発熱抵抗体の近傍に配置した温度検出手段と、
周囲温度を測定する測温抵抗体と、
前記発熱抵抗体に流す電流を制御する制御手段を備え、
流体の流量または流速に応じて変化する前記発熱抵抗体
からの熱の温度分布の変化を前記測温手段により検出す
るフローセンサであって、
前記制御手段は、前記測温抵抗体と第1固定抵抗を直列
に接続した第1の分岐と、前記発熱抵抗体と第2固定抵
抗を直列に接続した第2の分岐を並列に接続したブリッ
ジ回路を備え、
前記測温抵抗体、前記第1固定抵抗、前記発熱抵抗体並
びに前記第2固定抵抗を同一の半導体基板上に形成した
ことを特徴とするフローセンサ。

【請求項2】 前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗は、
エッチング工程の際にそれぞれの抵抗値が一定の比率を
保ちながらエッチングされるように、その線幅、厚み及
び材質が設定され、
前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗は、エッチング工程
の際にそれぞれの抵抗値が一定の比率を保ちながらエッ
チングされるように、線幅、厚み及び材質が設定されて
いることを特徴とする請求項1に記載のフローセンサ。

【請求項3】 前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗は、
線幅及び厚みが同一になるように形成され、
前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗は、線幅及び厚みが
同一になるように形成されたことを特徴とする請求項1
に記載のフローセンサ。

【請求項4】 前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗を同
一材料で形成し、
前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗を同一材料で形成し
たことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記
載のフローセンサ。

【請求項5】 前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗を同
一の抵抗率を有する材料で形成し、
前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗を同一の抵抗率を有
する材料で形成したことを特徴とする請求項1から4の
いずれか1項に記載のフローセンサ。

【請求項6】 前記ブリッジ回路は、前記発熱抵抗体
の発熱時に平衡するように設定されたことを特徴とする
請求項1に記載のフローセンサ。

【請求項7】 前記発熱抵抗体の発熱時に前記ブリッジ
回路が平衡するように、前記第2固定抵抗に第3固定抵
抗を接続したことを特徴とする請求項1から6のいずれ
か1項に記載のフローセンサ。

【請求項8】 前記第2固定抵抗の面積が、前記発熱抵
抗体の面積よりも大きくなるように形成されたことを特
徴とする請求項1、2、4から7のいずれか1項に記載
のフローセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、フローセンサに
関するものである。

【0002】

【従来の技術】ブリッジ回路を有するセンサとしては、
例えば、流量センサや温度センサなどが知られている。
そして、この流量センサとしては、ヒータを用いた熱式
フローセンサがある。

【0003】係るフローセンサの一例としては、図1、
図2に示すようなものがある。同図に示すように、半導
体基板（例えば、シリコンなど）1の上面に凹状の空隙
部1aを形成するとともに、その半導体基板1の上面の
全面に平坦な絶縁膜2を形成する。これにより、空隙部
1aが絶縁膜2に覆われ、絶縁膜2の下方に位置する空
隙部1aが断熱効果を発揮し、半導体基板1の熱が、絶
縁膜2に伝達され難くしている。

【0004】この絶縁膜2の上面のうち、空隙部1aの
上方に位置する部位には、ヒータ3と第1、第2温度セ
ンサ4a、4bを形成する。このとき、気体の流れに沿
ってヒータ3の両側、つまり、上流側と下流側に第1、
第2温度センサ4a、4bをそれぞれ配置する。そし
て、絶縁膜2の上面を覆うようにして絶縁性の保護膜6
を成膜し、この保護膜6によって上記したヒータ3、第
1、第2温度センサ4a、4bも被覆される。もちろ
ん、ヒータ3並びに第1、第2温度センサ4a、4bの
端部に形成される電極パッド7の上方には保護膜6が形
成されず、外部に露出し、その電極パッド7を介して外
部回路と導通可能となっている。

【0005】係る構成のフローセンサは、上記電極パ
ッド7を介してヒータ3に電流を流すことによって発生す
る熱により、ヒータ3の周囲の雰囲気も加熱される。こ
のとき、気体の流れがない無風の雰囲気中では、ヒータ
3を中心とし、離れるに従って温度が徐々に低下する均
等な温度分布となる。従って、第1、第2温度センサ4
a、4bが、ヒータ3から均等な距離に配置している
（ヒータ3を中心に対称）とすると、それら第1、第2
温度センサ4a、4bの位置での温度は等しくなる。

【0006】この状態で、気体の流れがあると、ヒータ
3が加熱された空気は下流側に流れていくので、下流側
の温度が上昇するとともに上流側の温度が下降するた
め、温度分布が変化する。そして、温度分布の変化の程
度は、流量や流速に応じて変化するので、その変化量を
ヒータ3の両側に配置された第1、第2温度センサ4
a、4bで検出する。

【0007】なお、この第1、第2温度センサ4a、4
bは、温度変化による抵抗値の変化を検出することによ
り温度を求める抵抗型や、2つの接点の温度差に対応し
た電圧を出力するサーモパイル型などを用いることがで
きる。

【0008】ところで、フローセンサの設置個所の周囲温度は一定ではなく、当然のことながら変動する。係る周囲温度の変動があったとしても、フローセンサの出力は流量に対応した値を出力させる必要がある。係る温度補償機能を備えたフローセンサとしては、従来例えば特開2000-131094号公報に開示された技術がある。係る発明を用いることにより温度補償をすることはできるものの、複数の演算増幅器や増幅回路などを必要とするため、構成が複雑でコスト高となってしまう。

【0009】そこで、簡単な構成で温度補償をすることのできるフローセンサとして、本出願人は、ヒータ3に通電する制御回路を、図3、図4に示すようなブリッジ回路で構成するようにしたフローセンサを開発し、特願2000-347282号にて出願した。係る先願のフローセンサを簡単に説明すると、図3に示すように、ヒータ3に加え、フローセンサの周囲温度を測定する測温抵抗体5と、第1、第2固定抵抗8a、8bを設ける。ヒータ3も抵抗体であるので、それら4つの抵抗体でブリッジ回路をくむ。

【0010】具体的には、電源電圧Vccとグラウンド間に、第1固定抵抗8aと測温抵抗体5を直列接続するとともに、第2固定抵抗8bとヒータ3を直列接続する。第1、第2固定抵抗8a、8bが電源電圧Vcc側で、測温抵抗体5、ヒータ3がグラウンド側である。そして、第1固定抵抗8aと測温抵抗体5の中点をオペアンプ9の反転入力端子に接続し、第2固定抵抗8bとヒータ3の中点をオペアンプ9の非反転入力端子に接続することにより、ブリッジ回路を構成している。

【0011】さらに、電源電圧Vccを生成する定電圧回路10の出力と第1、第2固定抵抗8a、8bの間に

トランジスタ11を挿入し、そのトランジスタ11のベースに、上記オペアンプ9の出力が与えられる。

【0012】従って、例えば、無風状態の熱平衡状態から気体の流れのある状態に変化してヒータ3の温度が下がるとオペアンプ9の非反転入力端子の電位が下がり、トランジスタ11を駆動し、電流が供給されて再び熱平衡状態になるという動作を繰り返す。周囲温度が変化した場合には、測温抵抗体5の抵抗値が変化するため、第1固定抵抗8aとの分圧比が変化し、オペアンプ9の反転入力端子の電位が変化するため、上記と同様の動作が行われ熱平衡状態になるように動作する。これにより、ヒータ3を周囲温度に対して一定温度だけ高い温度で熱平衡状態を保つことができる。

【0013】図4に示す回路は、上記した図3に示す回路に加え、定電圧回路10の出力とグラウンドとの間に、直列に接続された第1、第2分圧抵抗12a、12bを接続するとともに、それら第1、第2分圧抵抗12a、12bの中点と、第1固定抵抗8aと測温抵抗体5の中点との間を抵抗13を介して接続している。これにより、定電圧回路10の出力電圧Vccを第1、第2分圧

抵抗12a、12bで分圧し、抵抗13を介して測温抵抗体5に印加される。

【0014】係る構成にすると、第1、第2分圧抵抗12a、12b及び抵抗13の抵抗値を適当に選択することにより、抵抗13を通してブリッジ回路に流れ込む電流を自由に設定することができる。よって、周囲温度の変化によるヒータ3の発熱温度の誤差を小さくすることができるので、高精度化が図れる。

【0015】そして、上記した回路を実現するための実際のフローセンサとしては、図5、図6に示すように、絶縁膜2の上面のうち、空隙部1aの無い領域には、周囲温度を測定するための測温抵抗体5を形成する。そして、この測温抵抗体5も絶縁性の保護膜6で被覆する。もちろん、電極パッド7は露出させる。一方、ブリッジ回路を構成するその他の抵抗などは、半導体基板1の外部の抵抗素子を用いている。

【0016】係る構成をとることにより、ヒータ3は、その下方に設けられた空隙部1aにより半導体基板1と熱的に遮断される。逆に、測温抵抗体5は、半導体基板1との間で熱伝導は行われるが、ヒータ3とは熱的に遮断される。よって、測温抵抗体5により、周囲温度を正確に検知することができる。

【0017】ところで、図3から図6に示すフローセンサは、簡単な構成で温度保証をすることができるのです。しかし、半導体基板1上にヒータ3と測温抵抗体5を形成されていたが、その他の抵抗8a、8b、12a、12b、13は、半導体基板1の外部の抵抗素子を用いていたため、以下の問題が生じることがわかった。

【0018】すなわち、ヒータ3や測温抵抗体5の抵抗値は経時変化により、変動することがある。これらの抵抗値の変化と、セラミック抵抗などの外部抵抗における抵抗値の経時変化は異なるため、ブリッジ回路のバランスが崩れてしまい、正確なヒータ制御ができなくなってしまうおそれがある。その結果、測定精度も低下してしまう。

【0019】更に、ヒータ3と測温抵抗体5の抵抗値を正確に測定して、ブリッジ回路に用いる第1、第2固定抵抗8a、8bを選定し、調整する必要がある。よって、特開2000-131094号に比べると簡易な構成で温度保証ができるものの、やはり手間がかかるという問題が残る。この発明は、長期にわたって高精度な温度補償が行え、また、回路の簡略化が可能なフローセンサを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】この発明によるフローセンサは、電流を流すことによって発熱する発熱抵抗体と、前記発熱抵抗体の近傍に配置した温度検出手段と、周囲温度を測定する測温抵抗体と、前記発熱抵抗体に流す電流を制御する制御手段を備え、流体の流量または流

速に応じて変化する前記発熱抵抗体からの熱の温度分布の変化を前記測温手段により検出するフローセンサであり、前記制御手段は、前記測温抵抗体と第1固定抵抗を直列に接続した第1の分岐と、前記発熱抵抗体と第2固定抵抗を直列に接続した第2の分岐を並列に接続したブリッジ回路を備え、前記測温抵抗体、前記第1固定抵抗、前記発熱抵抗体並びに前記第2固定抵抗を同一の半導体基板上に形成した。発熱抵抗体は、実施の形態ではヒータ3に対応する。また、温度検出手段は第1、第2温度センサ4a、4bに対応する。

【0021】この発明によれば、ブリッジ回路が平行になるように発熱抵抗体に通電することにより、発熱抵抗体の温度を周囲温度に対して一定温度だけ高い温度で熱平衡状態を保つことができる。

【0022】さらに、本発明では、ブリッジ回路に用いる抵抗を、ヒータ、測温抵抗体、温度センサと同一の半導体基板上に集積化した構成になっている。これにより、高精度なヒータ制御が可能となり、たとえ抵抗値、抵抗率が時間経過に伴い変化したとしても、同一の半導体基板状に形成することにより、その変化の程度はほぼ同一視することができるので、ブリッジ回路の平衡状態は維持できる。よって、長期にわたって安定した特性が得られる。さらに、各抵抗は、半導体プロセスにより高精度な寸法で形成することが可能となるので、無調整で所望のブリッジ回路を構成することができ、コストも削減される。

【0023】そして、好ましくは、前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗は、エッチング工程の際にそれぞれの抵抗値が一定の比率を保ちながらエッチングされるように、その線幅、厚み及び材質を設定する。同様に、前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗は、エッチング工程の際にそれぞれの抵抗値が一定の比率を保ちながらエッチングされるように、その線幅、厚み及び材質を設定するとよい。このようにすると、第1、第2の分岐の両端子間に一定の電圧をかけると、第1の分岐の midpoint 位置の電位は、全体の半分となる。同様に、第2の分岐の midpoint 位置の電位も全体の半分となる。よって、それら両 midpoint 間の電位差はゼロとなる。

【0024】ここで、エッチング時に一定の比率を保つとは、抵抗率、厚さ、長さ或いは線幅に関係なく、対となる抵抗の抵抗値の比のみで定義されるものである。但し、「一定」とは必ずしも完全に同一のみならず、所定の許容範囲を含むものである。一例を示すと、変動幅が10%以下であれば、発熱抵抗体の温度変動が実用上は問題ないレベルの制御が可能とすると、許容範囲は10%となる。もちろん、この数値は一例であり、実際の仕様などにより決定される。

【0025】また、前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗は、線幅及び厚みが同一になるように形成され、前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗は、線幅及び厚みが同一に

なるように形成してもよい。このようにすると、第1固定抵抗と測温抵抗体を形成する材料の抵抗率が同じとすると、両者は同一の抵抗値を得ることができる。よって、寸法形状を精度良く形成することにより同一の抵抗値を得ることができる。そして、係る寸法形状を精度良く形成することは、半導体プロセスによって比較的簡単に行える。同様のことは、第2固定抵抗と発熱抵抗体の関係においても言える。

【0026】さらにまた、上記と同様の効果は、前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗を同一材料で形成し、前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗を同一材料で形成することによっても達成できるし、前記測温抵抗体と前記第1固定抵抗を同一の抵抗率を有する材料で形成し、前記発熱抵抗体と前記第2固定抵抗を同一の抵抗率を有する材料で形成することによっても達成できる。

【0027】一方、前記ブリッジ回路は、前記発熱抵抗体の発熱時に平衡するように設定したり、前記発熱抵抗体の発熱時に前記ブリッジ回路が平行するように、前記第2固定抵抗に第3固定抵抗を接続するようにしてもよい。

【0028】さらにまた、第2固定抵抗の面積が、発熱抵抗体の面積よりも大きくなるように形成することもできる。このようにすると、第2固定抵抗での発熱を抑制できる。

【0029】

【発明の実施の形態】図7、図8は、本発明の第1の実施の形態を示している。同図に示すように、フローセンサとしての基本機能を発揮させるための構成は従来と同様である。すなわち、往生の空隙部1aが形成された半導体基板1の上面の全面に平坦な絶縁膜2を形成する。これにより、絶縁膜2は、空隙部1aの内部分には半導体基板1の上面に接触し、空隙部1aの部分では半導体基板1の表面から離反した状態となる。よって、絶縁膜2の下方に位置する空隙部1aが断熱効果を発揮し、半導体基板1の熱が、絶縁膜2に伝達され難くなる。

【0030】そして、この絶縁膜2の上面のうち、空隙部1aの上方に位置する部位には、ヒータ3と第1、第2温度センサ4a、4bを形成する。このとき、気体の流れに沿ってヒータ3の両側、つまり、上流側と下流側に第1、第2温度センサ4a、4bをそれぞれ配置する。そして、絶縁膜2の上面を覆うようにして絶縁性の保護膜6を成膜し、この保護膜6によって上記したヒータ3、第1、第2温度センサ4a、4bも被覆される。第1、第2温度センサ4a、4bは同一の寸法形状に形成され、ヒータ3を中心に線対称になるように形成されている。また、絶縁膜2の上面の空隙部1aに対向しない領域には、測温抵抗体5を形成している。係る構成は先願に係る発明と同様である。

【0031】ここで本発明では、絶縁膜2の上面の空隙部1aに対向しない領域に、上記ヒータ3並びに測温抵

抗体5とブリッジ回路を構成する第1、第2固定抵抗8a、8bも形成している。そして、第1固定抵抗8a（抵抗値： R_1 ）と測温抵抗体（抵抗値： R_b ）5は、同一材料で形成し、しかも、その厚さ、長さ、幅も同じ（同一平面形状）にしているので同一の抵抗値（ $R_1 = R_b$ ）となる。また、第2固定抵抗（抵抗値： R_2 ）8bとヒータ（抵抗値： R_h ）3も、同材料で形成し、しかも厚さ、長さ、幅を同じにしているので同一の抵抗値（ $R_2 = R_h$ ）になる。従って、 $R_1 R_h = R_2 R_b$ となる。

【0032】更に、第1固定抵抗8aと測温抵抗体5は、近傍に平行に形成している。よって、同一プロセスで形成できるので、仮にパターニング時のオーバーエッチングにより線幅が細くなったとしても、両抵抗8a、5の抵抗値を同じ（ $R_1 = R_b$ ）にすることができる。また、第2固定抵抗8bとヒータ3の場合も同様である。

【0033】これにより、比較的ラフに製造したとしても、 $R_1 R_h = R_2 R_b$ を満たす抵抗を容易に形成することができるので、ヒータ3を高精度に制御することができる。なお、本形態におけるヒータ制御回路は、図3や図4に示す各回路を用いることができる。

【0034】なお、ヒータ3、第1、第2温度センサ4a、4b並びに測温抵抗体5と同様に、第1、第2固定抵抗8a、8bの上面も保護膜6で覆われるとともに、各抵抗の端部に形成される電極パッド7の上方には保護膜6が形成されず、外部に露出し、その電極パッド7を介して外部回路と導通可能となっている。また、それらヒータ3、第1、第2温度センサ4a、4b、測温抵抗体5並びに第1、第2固定抵抗8a、8bは、例えば、絶縁膜2の上面全面にスパッタや蒸着によって所定の金属膜を成膜後、パターニングして不要部分をエッチングすることにより形成することができる。また、係る製造プロセスに限らず、例えば、所定量のイオンをドーピングして形成するPolysilなどを用い、同一プロセスで各抵抗を形成することもでき、その製造プロセス並びに使用する材料は任意である。

【0035】さらに、本形態では、ブリッジ回路を構成するヒータ3、測温抵抗体5、第1、第2固定抵抗8a、8bを同一材料でしかも同一の基板上に配置しているため、経年変化によって、特定の抵抗が他と比べて大きく変化してバランスが崩れるようなことを可及的に防止する。なお、基本的な動作原理は、図3、図4に示す先願の発明と同様である。

【0036】なお、上記した空隙部1a、絶縁膜2、ヒータ3、第1、第2温度センサ4a、4b並びに各抵抗5、8a、8bなどを形成するための製造プロセスは、従来から行われている一般的な半導体プロセスを用いることができるので、その詳細な説明を省略する。なおまた、このフローセンサは、流量計として用いられるのは

もちろんであるが、これに限ることなく、湿度センサやガスセンサなどにも用いられる。このことは、以下に示す実施の形態でも同様である。

【0037】更に、本実施の形態では同材料、厚さ、長さ、線幅が同じである例を示したが、長さがエッチング時に変化することはほとんど無いので、材料、厚さ並びに線幅が同じであれば同一の効果を得ることができる。さらに、エッチング速度がほぼ同一であるならば、異なる材料であっても抵抗率が同一であれば良い。

10 【0038】更にまた、本実施の形態では、製造の容易性（形状を同じにすれば良い）から $R_1 = R_b$ 、 $R_2 = R_h$ に設定したが、本発明では必ずしもそれらの抵抗値を等しくする必要はなく、 $R_1 R_h = R_2 R_b$ の関係が成り立てば良い。よって、材料や形状が異なってもよい。

【0039】なお、抵抗率、厚さ、長さ並びに線幅が同一とは、完全に一致する必要は無く、用途に応じて許容される所定の範囲を含むものであるのはいうまでもない。すなわち、例えば、流量の有無検出などに用いる場合には、それぞれが10%以下であれば実用上は問題ないレベルのヒータ制御が可能であるし、それぞれを5%以下とすれば、高精度なヒータ制御が可能になり流量計測などに用いることができる。

【0040】図9、図10は、本発明の第2の実施の形態を示している。本実施の形態では、第1の実施の形態を基本とし、同図に示すように、図3に示すヒータ制御回路を基本としている。そして、トランジスタ11と第2固定抵抗8bの間に、調整用の第3固定抵抗14（抵抗値： r ）を設けるようにしている。

30 【0041】係る構成をとると、例えばヒータ3が正の抵抗温度係数を持った材料で形成されている場合、通電によりヒータ3は発熱し、抵抗値 R_h は増加する。このとき、第3固定抵抗14を設けていない図3に示す回路では、定常状態（ヒータ3の発熱なし）の場合に $R_1 R_h = R_2 R_b$ となっていると、オペアンプ9の出力はゼロになりヒータ3は発熱しない。

【0042】ところで、ヒータ3が発熱した状態で第1固定抵抗8aと測温抵抗体5の中点と、第2固定抵抗8bとヒータ3の中点の電位差をゼロにする必要がある。そこで、上記したように $R_1 R_h = R_2 R_b$ となる R_1 、 R_2 、 R_h 、 R_b を同一基板上に形成しつつ、ヒータ3の抵抗値の増加分と同じ抵抗値である第3固定抵抗14（抵抗値： r ）を追加してブリッジ回路のバランスを調整するように構成した。

【0043】つまり、ヒータ3の発熱により抵抗値が R_h から $R_{h'}$ に変化する場合に、 $R_1 R_{h'} = (R_2 + r) R_b$ を満たすような抵抗値 r を持つ第3固定抵抗14を設ける。本形態では、第3固定抵抗14は、半導体基板1外に設けており、その固定抵抗を調整するだけで容易に上記の条件を満たすブリッジ回路を構成すること

ができる。

【0044】なお、図示の例では、第3固定抵抗14は、単体の抵抗で形成した例を示したが、複数の抵抗を接続した回路で構成してもよい。なお、その他の構成ならびに作用効果は、上記した第1の実施の形態と同様であるので、その詳細な説明を省略する。

【0045】なおまた、上記した実施の形態では、第3固定抵抗14を別途設けた例を示したが、本発明はこれに限ることはなく、図11、図12に示すように、第3固定抵抗14も半導体基板1（絶縁膜2）の所定位置（空隙部1a未形成領域）に形成するようにしても良い。

【0046】特に、図12に示す例では、第3固定抵抗14を複数形成しているが、これら全てを使っても良いが、所望のパターンをワイヤボンディングなどにより接続して第2固定抵抗8bと接続するようにすることにより、第3固定抵抗14の抵抗値 r を調整できる。これにより、例えば、ヒータ3の上昇温度にともなう抵抗値の変化に対応するようにして抵抗値 r を調整することができるので、ヒータ3の上昇温度を高くした場合は高流速用センサとして、上昇温度を低くした場合は低流速用センサとして使用することができる。

【0047】また、抵抗温度係数が負の場合には、発熱による抵抗値の減少分 r を $R2$ から引いた、 $R2-r$ の値の抵抗 $R2'$ を設置することになる。さらに、これと同等の効果は、第3固定抵抗14を設けずにヒータ3の加熱時の抵抗値を最初から考慮した状態で第2固定抵抗8bの抵抗値を設定することもできる。

【0048】図13は、本発明の第3の実施の形態を示している。本実施の形態では、上記した第1の実施の形態を基本とし、第2固定抵抗8bのパターン形状を異ならせている。すなわち、第2固定抵抗8bの面積を広くし、係る第2固定抵抗8bにおける発熱を防止するようにしている。これにより、高精度にヒータ3を制御することができる。

【0049】さらに、第2固定抵抗8bの長さ幅を、ヒータ3のパターン形状に比べて2倍にした相似形にしているので、第2固定抵抗8bの抵抗値 $R2$ とヒータ3の抵抗値 Rh は同じ値になる。よって、 $R1Rh=R2Rb$ の関係を保つことができる。なお、この例では、長さ、幅を2倍にしたが、本発明はこれに限ることはなく、 n 倍にしてもよいし、さらには、相似形に限らず、異なる形状で第2固定抵抗8bの面積を広くしてもよい。

【0050】図14は、本発明の第4の実施の形態を示している。本実施の形態では、第2固定抵抗8bのパターン形状を改良している。すなわち、ヒータ3と同形状の抵抗パターン8b'を4つ形成し、その4つの抵抗パターン8b'を適宜接続することにより第2固定抵抗8bを構成するようにしている。つまり、係る4つの抵抗

パターン8b'は、近接して平行に4つ並ぶようにし、隣接する2つの抵抗パターン8b'同士を並列接続するとともに、並列接続された2組の抵抗パターン8b'を直列に接続する。よって、第2固定抵抗8bの抵抗値 $R2$ とヒータ3の抵抗値 Rh は同一となる。

【0051】これにより、第3の実施の形態よりも更に高精度なヒータ制御が可能になる。すなわち、例えば、ヒータ線幅の設計値が $10\mu m$ の場合、第3の実施の形態の第2固定抵抗8bの線幅は $20\mu m$ になる。ここで、ヒータ3と第2固定抵抗8bのパターニング時のオーバーエッチングにより線幅が $2\mu m$ 細くなったとすると、ヒータ線幅は $8\mu m$ （設計値に対して80%）となり、第3の実施の形態の第2固定抵抗8bは $18\mu m$ （設計値に対して90%）となり抵抗値に差ができてしまう。これに対し、本実施の形態のように第2固定抵抗8bを構成する抵抗パターン8b'の線幅とヒータ3の線幅を同じに設定することにより、オーバーエッチングにより線幅が細くなった場合でも $R2=Rh$ となり、 $R1Rh=R2Rb$ となるので、より高精度にヒータを制御することが可能になる。

【0052】ところで、ブリッジ回路を構成するために各抵抗を電氣的に接続する必要があるが、係る接続形態として、例えば図15に示すように半導体基板1上の所定層に配線パターン15を形成し、その配線パターン15により所定の電極パッド7同士を接続することができる。この配線パターン15は、金などの抵抗値の低い材料で形成するのが好ましい。そして、配線パターン15は、各抵抗と同一層、つまり、絶縁膜2の上に形成しても良いし、保護膜6の上に形成しても良い。係る構成を取ると、配線の手間が無くなるので容易に回路を構成することができるので好ましい。

【0053】また、別の接続形態としては、図16に示すように、各抵抗（ヒータ3を含む）の所定の電極パッド7同士をワイヤボンディング16にて接続することにより、 $R1Rh=R2Rb$ となるブリッジ回路を形成することもできる。このようにワイヤボンディング16を用いる方法をとると、回路変更や抵抗の追加などに柔軟に対応することができる。

【0054】さらにまた、図17に示すように、配線パターン15とワイヤボンディング16の両方を適宜使用する混在型とすることもできる。この構成によれば、回路変更や抵抗の追加などに柔軟に対応することができる。とともに、配線の手間も少なくすることができる。

【0055】また、図15から図17に示す接続形態は、第1の実施の形態に対して行う例を示したが、他の実施の形態や変形例に対しても同様に適用できるのは言うまでもない。

【0056】

【発明の効果】以上のように、この発明では、発熱抵抗体（ヒータ）へ通電する制御手段としてのブリッジ回路

10

20

30

40

50

を同一の半導体基板上に形成したため、長期にわたって高精度な温度補償が行え、また、回路の簡略化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来例を示す平面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】先願に係るヒータ制御回路を含むフローセンサの一例を示す回路図である。

【図4】先願に係るヒータ制御回路を含むフローセンサの他の例を示す回路図である。

【図5】先願に係るフローセンサの一例を示す平面図である。

【図6】図5のB-B線断面図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態を示す平面図である。

【図8】図7のC-C線断面図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態を示す平面図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態を示す回路図である。

【図11】変形例を示す平面図である。

【図12】変形例を示す平面図である。

【図13】本発明の第3の実施の形態を示す平面図である。

【図14】本発明の第4の実施の形態を示す平面図であ*

*る。

【図15】接続形態の一例を示す図である。

【図16】接続形態の一例を示す図である。

【図17】接続形態の一例を示す図である。

【符号の説明】

1 半導体基板

2 絶縁膜

3 ヒータ

4a 第1温度センサ

10 4b 第2温度センサ

5 測温抵抗体

6 保護膜

7 電極パッド

8a 第1固定抵抗

8b 第2固定抵抗

9 オペアンプ

10 定電圧回路

11 トランジスタ

12a 第1分圧抵抗

20 12b 第2分圧抵抗

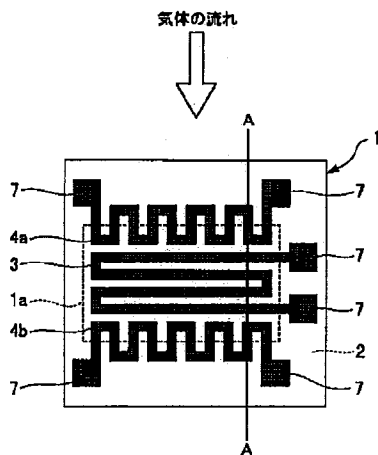
13 抵抗

14 第3固定抵抗

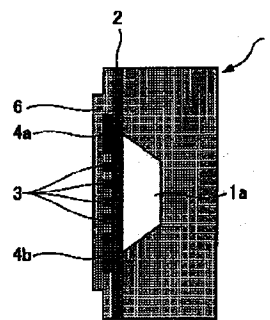
15 配線パターン

16 ワイヤボンディング

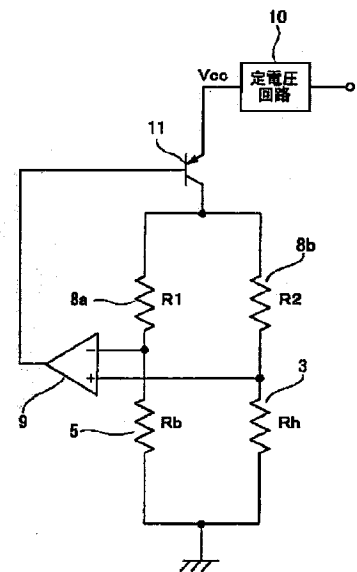
【図1】



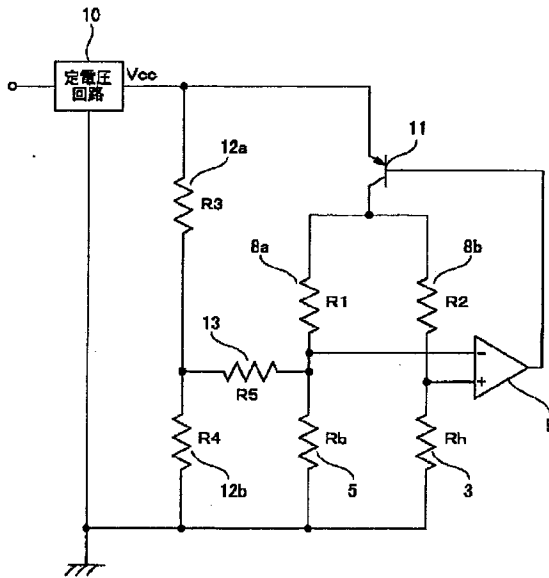
【図2】



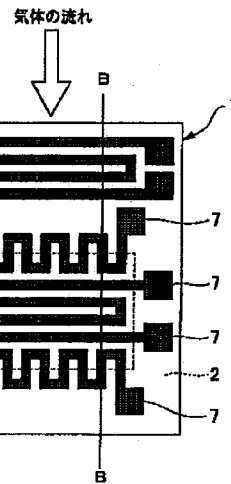
【図3】



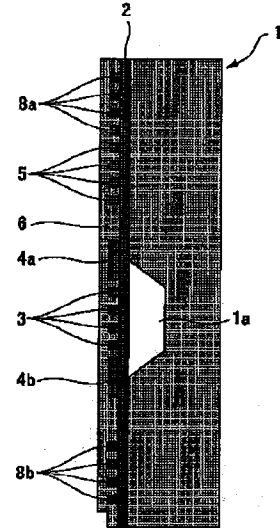
【図4】



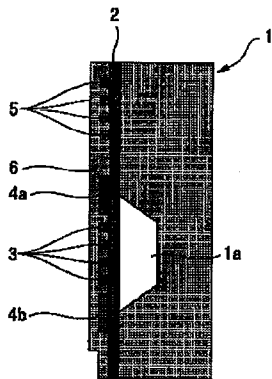
【図5】



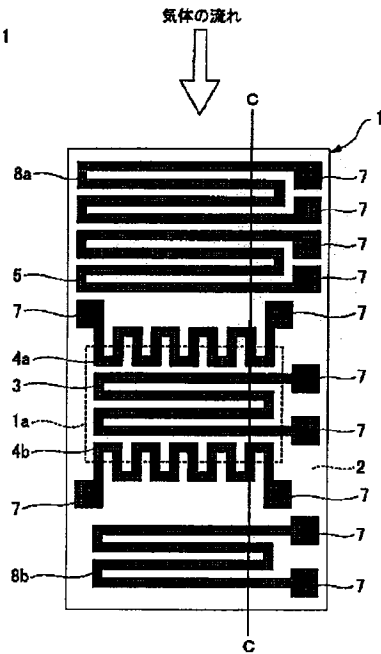
【図8】



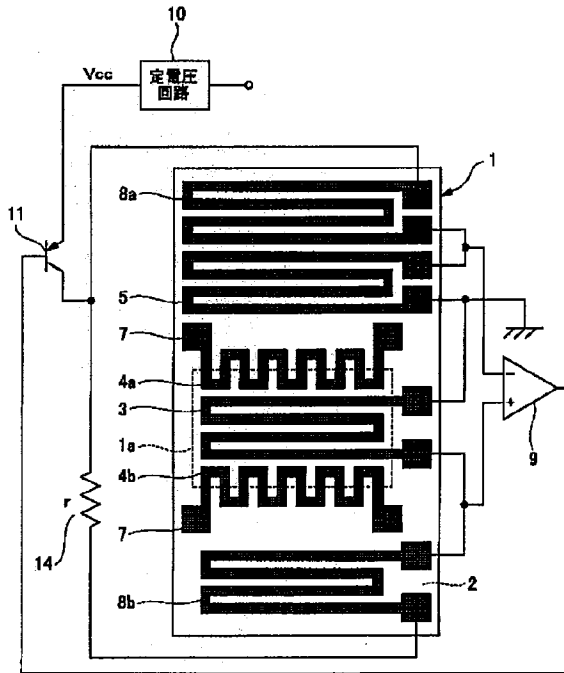
【図6】



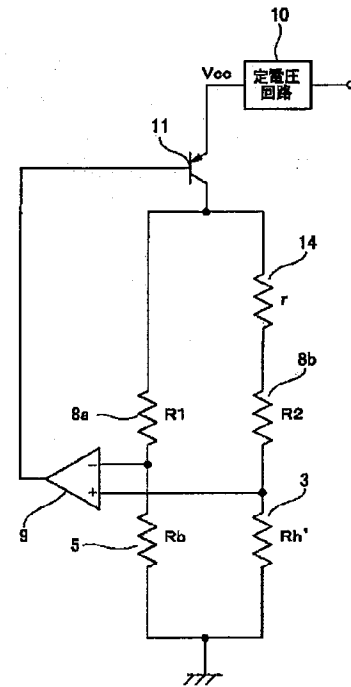
【図7】



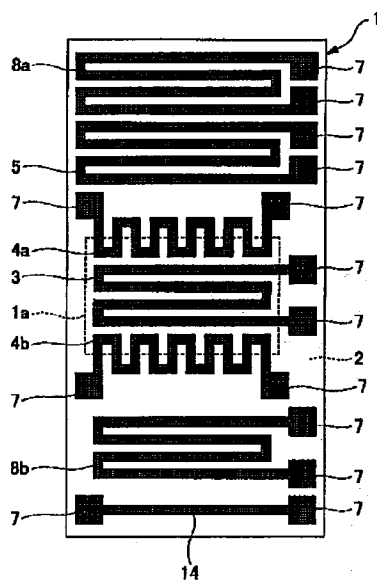
【図9】



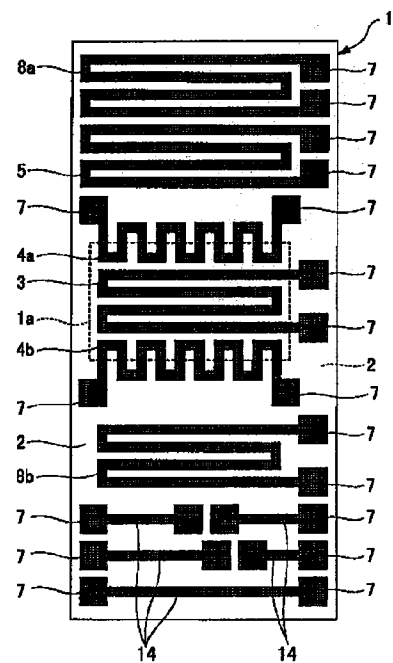
【図10】



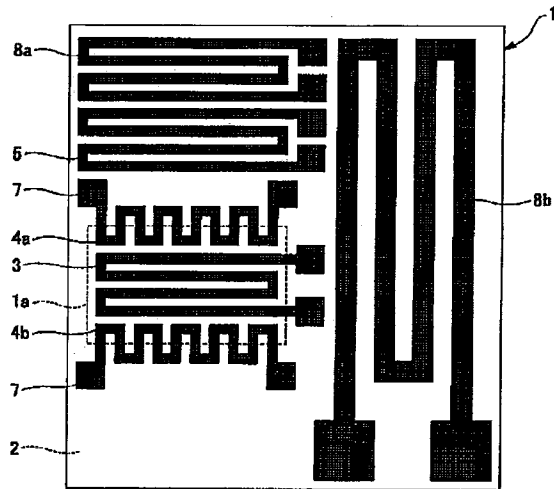
【図11】



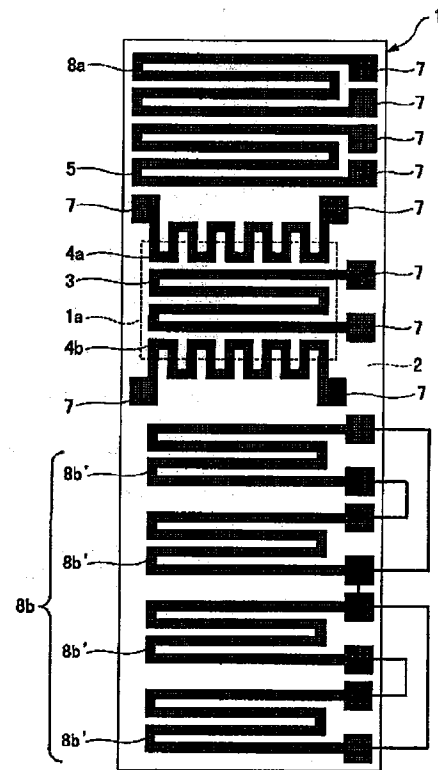
【図12】



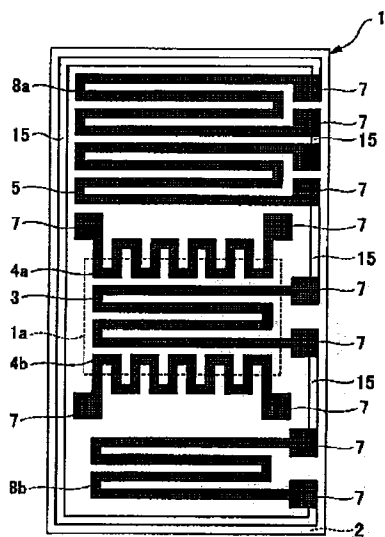
【図13】



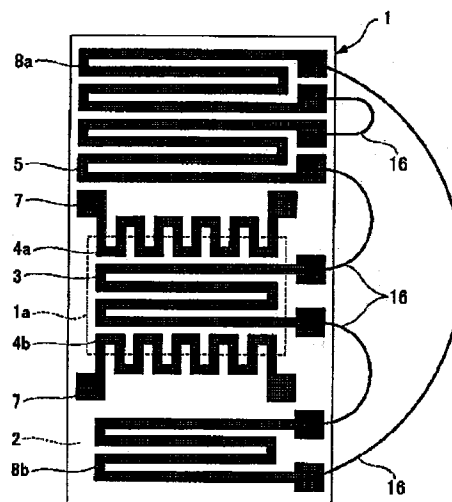
【図14】



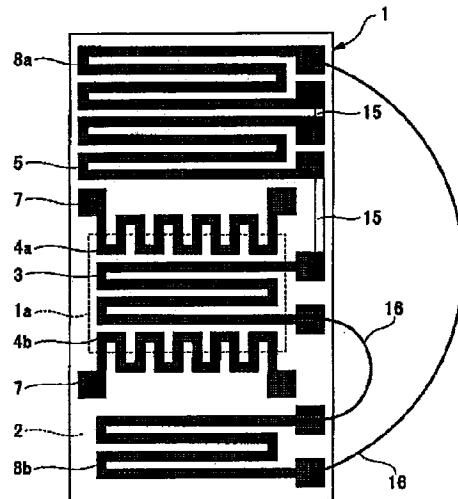
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 野添 悟史

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
動堂町801番地 オムロン株式会社内

Fターム(参考) 2F035 EA08 EA09